

Penggunaan *Dual-Layer Substrate* untuk Meningkatkan *Bandwidth* Antena Mikrostrip pada Frekuensi LTE

Rudy Fernandez^{*}, Febrian Akbar Pratama

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

^{*}Corresponding author, e-mail: rfernandez@ft.unand.ac.id

Abstrak— *Bandwidth* yang sempit merupakan salah satu masalah utama dari suatu antena mikrostrip. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain antena mikrostrip dengan *bandwidth* yang lebih lebar. Penambahan *bandwidth* dilakukan dengan menerapkan *dual-layer* substrat. Lapisan bawah dibentuk dari rancangan antena mikrostrip *circular* dengan menggunakan formula yang berlaku untuk mendapatkan dimensi awalnya. Jika parameter antena hasil simulasinya sudah memenuhi persyaratan yang ditentukan, maka dimensi *patch*nya digunakan sebagai landasan untuk membentuk lapisan atas rancangan antena namun tanpa *ground plane*. Antena ini dirancang dengan menggunakan substrat FR4 yang memiliki ketebalan 1,6 mm dengan konstanta dielektrik 4,3. Hasil simulasi dari rancangan antena *dual-layer* pada frekuensi band 40 LTE menunjukkan adanya penambahan *bandwidth* sebesar 46 % dengan nilai *return loss* -23,45 dB, *gain* antena 0.34 dB dan pola radiasi *directional*.

Kata Kunci : *Microstrip Antenna*, *Return Loss* dan *Dual-layer*

Abstract— Narrow bandwidth is one of the problems in a microstrip antenna. Bandwidth enhancement is proposed by applying dual-layer in the substrate. The bottom layer is made from a single-layer circular microstrip antenna design by applying the formula to get an initial dimension and then it is simulated by an EM Simulator to verify its performance whether meet the specific requirement. The dimension of optimized design is used as a dimension for the top layer but without the ground plane. The antenna uses substrate FR4 which has thickness of 1.6 mm with dielectric constant of 4.3. The simulation result of the dual-layer antenna in frequency band 40 LTE shows that there is an additional bandwidth of 46% with return loss -23.45 dB, antenna gain 0.34 dB and directional radiation pattern.

Keywords : *Microstrip Antenna*, *Return Loss* and *Dual-layer*

1. Pendahuluan

Teknologi 4G LTE (*Long Term Evolution*) merupakan pengembangan dari teknologi telepon seluler 3G (*third-generation*) dan 2G (*second-generation*). Layanan ini pertama kali diluncurkan di Indonesia pada tahun 2013. Teknologi 4G di Indonesia pada saat ini bekerja pada frekuensi 1800 MHz dan 2300 MHz [1]. Pita frekuensi 2300 MHz disebut juga *Band 40* ini memiliki rentang frekuensi 2300 MHz hingga 2400 MHz.

Sistem komunikasi seluler yang bekerja pada *band 40*, menggunakan antena untuk mengirimkan dan menerima informasi dalam bentuk gelombang radio. Antena yang digunakan memiliki ukuran yang kecil, tipis, dan ringan. Antena mikrostrip merupakan sebuah antena yang memenuhi kriteria tersebut [2]. Pembuatan

antena ini menggunakan teknologi *printed-circuit*, sehingga dapat dibuat dalam berbagai macam bentuk. Disamping kelebihanannya, antena ini hanya mampu menangani daya yang rendah dan *bandwidth*nya sempit (*narrow band*) [2].

Berbagai metode memiliki telah diusulkan untuk meningkatkan *bandwidth*. Pemilihan metode pencatutan merupakan hal penting dalam desain antena untuk mendapatkan parameter yang diharapkan, seperti pencatutan *coupled* menghasilkan *bandwidth* impedansi sekitar 13%, tapi tidak begitu mudah dibuat karena membutuhkan keselarasan yang tepat pada saat difabrikasi [3]. Metode lain yang digunakan untuk meningkatkan *bandwidth* biasanya dari variasi dari berbagai pendekatan. Antara lain adalah pendekatan secara geometri pada antena dengan pemberian *shorts* dan *slots* untuk

Received date 2017-11-20, Revised date 2018-5-5, Accepted date 2018-5-5

<https://doi.org/10.25077/jnte.v7n2.505.2018>

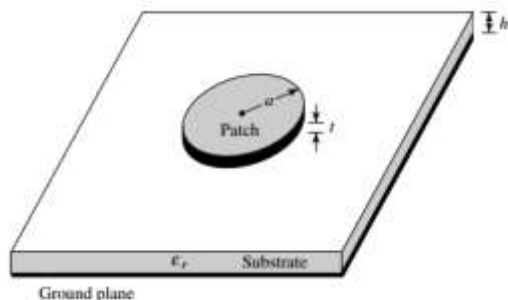
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

menciptakan resonansi atau dikenal dengan sebutan *defected ground structure* (DGS) [4-5]. Kemudian penggunaan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) [6-7]. Terakhir, penggunaan metamaterial dengan *negative refractive index* juga merupakan pilihan tapi membutuhkan tantangan tersendiri dalam menganalisisnya [8].

Balanis [2] menyarankan bahwa, dengan meningkatkan ketebalan substrat, peningkatan bandwidth bisa dimungkinkan. Salah satu cara meningkatkan ketebalan adalah pemberian substrat tambahan sehingga menjadi 4 *layers* dengan posisi *patch* antenna pada lapisan 2 dan lapisan 4 [9]. Pada penelitian ini digunakan 2 lapisan saja. Lapisan bawah merupakan sebuah antenna mikrostrip *circular* yang bertindak sebagai pemicu dan lapisan atas terdiri *patch* yang sama tanpa *ground plane*.

2. Perancangan Antena

Bentuk antenna mikrostrip yang dipilih adalah *circular* karena efektif untuk dirancang dalam konfigurasi *multi-layer* [10], sesuai dengan bentuk yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada gambar ini memperlihatkan bentuk dari antenna mikrostrip dengan *patch* lingkaran, dimana a merupakan radius *patch*, t merupakan ketebalan *patch*, h merupakan ketebalan *substrate*, dan ϵ_r adalah konstanta dielektrik *substrate*.



Gambar 1. Bentuk geometris antenna mikrostrip *circular*

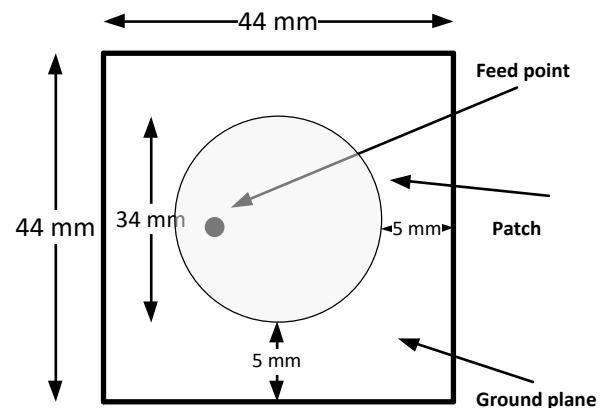
Dimensi radius dari *patch* lingkaran pada antenna mikrostrip di atas dapat dihitung dengan persamaan 1 berikut.

$$a = \frac{F}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

Dengan F adalah fungsi logaritmik dari elemen peradiasi dan ditunjukkan oleh persamaan 2 berikut:

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Substrate yang digunakan untuk dalam penelitian ini adalah FR4 Epoxy dengan ketebalan 1,6 mm, konstanta dielektrik 4.4 dan *dielectric loss tangent* 0.02. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk antenna yang bekerja pada frekuensi resonansi 2.35 GHz maka radiusnya sekitar 17 mm dengan $F = 1.7833$. Lokasi *feed point* ditetapkan dari titik tengah *patch* sejauh 0.5 mm dari radius *patch* yaitu 8.5 mm. Dengan memperhatikan *ground plane* dari rancangan, maka dimensi totalnya adalah 44 mm x 44 mm seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan antenna mikrostrip *circular* hasil perhitungan

Kinerja dari sebuah antenna mikrostrip dilihat dari parameter *return loss* dan VSWR nya. Jika *return loss*nya bernilai < -10 dB dan $VSWR \leq 2$ pada frekuensi kerja yang diharapkan dan pola radiasi yang ditetapkan yaitu *directional* untuk aplikasi teknologi LTE, maka dikatakan antenna ini telah bekerja dengan baik. Jika kinerja dari rancangan hasil perhitungan ini belum memenuhi persyaratan, maka rancangan tersebut perlu dioptimasi.

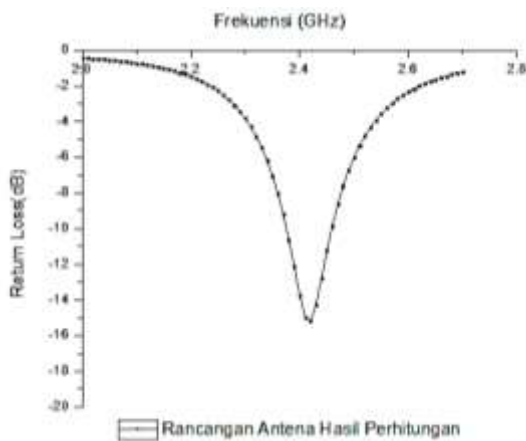
Rancangan antenna hasil optimasi ini dijadikan sebagai lapisan bawah. Sedangkan lapisan atas akan menggunakan dimensi *patch* yang sama seperti yang ada pada lapisan bawah. Bentuk rancangan antenna *dual-layer* pada penelitian ini seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Bentuk geometris rancangan antenna mikrostrip *dual-layer*

3. Hasil dan Pembahasan

Rancangan hasil perhitungan disimulasikan dengan menggunakan suatu *EM simulator* untuk diuji kinerjanya lebih dahulu. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa tersebut memperlihatkan *return loss* seperti pada gambar 4.:



Gambar 4. *Return loss* antenna hasil perhitungan

Pada gambar diatas cakupan frekuensi yang memenuhi parameter tersebut adalah dari 2.375 GHz hingga 2.458 MHz. Hal ini belum memenuhi cakupan 2.300 – 2.400 MHz yang diharapkan.

Rancangan antenna hasil perhitungan dioptimasi dengan menguji posisi *feeding point*, dimensi *ground plane* dan jari-jari *patch* yang digunakan. Agar diperoleh hasil yang optimum, posisi awal *feeding point* bertambah sejauh 0.2 mm dari titik tengah *patch*, jari-jari *patch* menjadi 7.5 mm dan dimensi *ground plane* menjadi 50 mm x 50 mm.

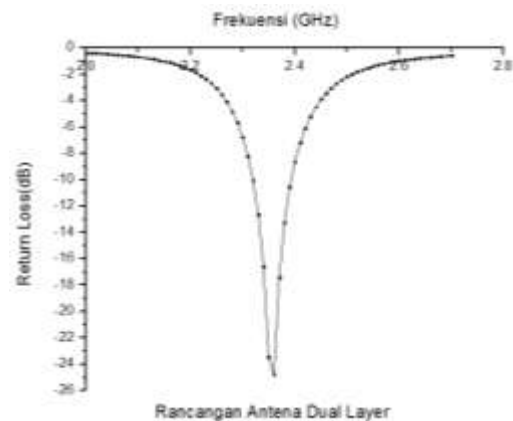
Dengan menggunakan perubahan posisi dan dimensi dari hasil optimasi, hasil simulasi antenna menunjukkan *return loss*, *bandwidth* dan *gain* seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kinerja antenna hasil optimasi

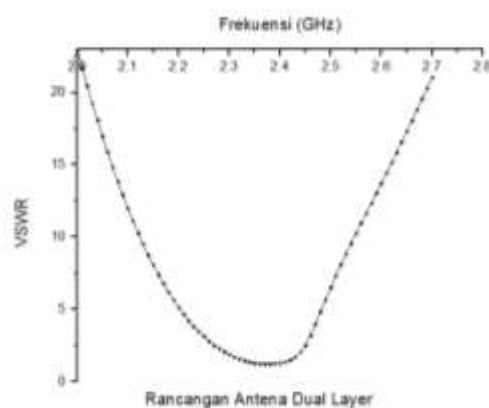
No	Parameter	Target	Hasil
1	<i>Return loss</i> (dB)	≤ -10	-24,28
2	<i>Bandwidth</i> (MHz)	100	73,2
3	Pita frekuensi kerja (MHz)	2300 – 2400	2319,7 - 2392,9
4	<i>Gain</i> (dB)	≥ 0	0.11 – 0.55

Pada tabel 1 dapat dilihat nilai *return loss* dan *gain* sudah memenuhi parameter yang disyaratkan. Namun *bandwidth* dari antenna optimasi ini masih belum mencakup jaringan 4G LTE, sehingga perlu dilakukan teknik *dual-layer* pada subtract yang bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* dari antenna tersebut.

Selanjutnya rancangan antenna *dual-layer* seperti pada gambar 3 sebelumnya disimulasi kan untuk dilihat kinerjanya. Nilai *return loss* dan VSWR yang dicapai oleh rancangan antenna *dual-layer* dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 berikut.



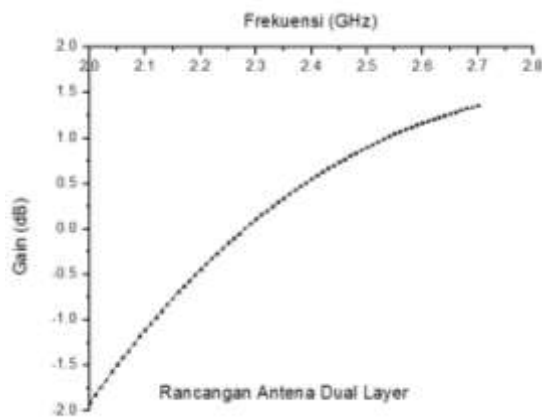
Gambar 6. *Return loss* antenna *dual-layer*



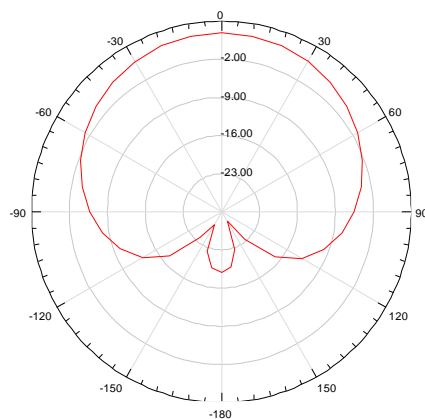
Gambar 7. VSWR antenna *dual-layer*

Pada gambar 6 ditunjukkan bahwa nilai *return loss* terkecil pada rancangan antenna *dual-layer* yaitu -24.78 dB terjadi pada frekuensi 2.36 GHz. Sedangkan pada frekuensi tengahnya bernilai -23.45 dB. Kemudian pada gambar 7 dapat dilihat nilai VSWR yang diperoleh berada di rentang 1.3 – 1.9 pada rentang frekuensi target.

Nilai *gain* dan pola radiasi hasil simulasi rancangan antenna *dual-layer* ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9 berikut.

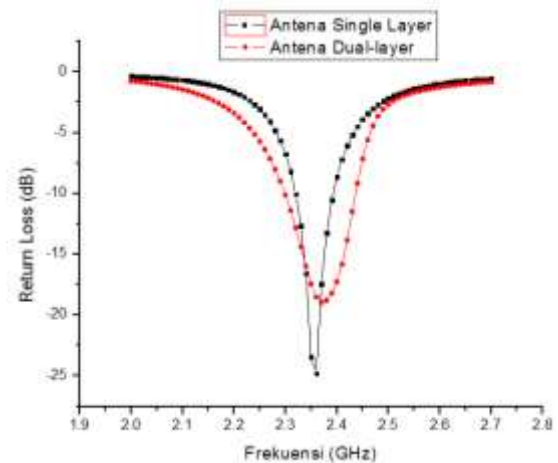


Gambar 8. *Gain* antenna *dual-layer*



Gambar 9. Pola radiasi antenna *dual-layer*

Kinerja dari rancangan antenna *dual-layer* ini selanjutnya dibandingkan dengan rancangan antenna *single layer* dengan memperhatikan capaian nilai *return loss*, *bandwidth* dan nilai *gain*nya. Pada gambar 10 diperlihatkan perbandingan *return loss* yang diperoleh untuk antenna *single layer* dan *dual-layer*.



Gambar 10. Perbandingan *Return Loss* antara antenna *single layer* dan *dual-layer*

Perbandingan kinerja antara antenna *single layer* dan antenna *dual layer* disajikan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbandingan kinerja antenna *single layer* dengan antenna *dual-layer*

No	Parameter	<i>Single layer</i>	<i>Dual-layer</i>
1	<i>Return Loss</i> (dB)	-24,288	-23,45
2	<i>Gain</i> (dB)	0,5245	0,34
3	<i>Bandwidth</i> (MHz)	73,2	107,3
4	Pita frekuensi kerja (MHz)	2319,7 - 2392,9	2298,8 - 2406,1

Pada tabel 2 diatas, walaupun nilai *return loss* pada rancangan antenna *dual-layer* berkurang dari pada *single layer*, tetapi nilainya masih memenuhi persyaratan yang diminta yaitu < -10 dB. Sedangkan *gain* antenna *dual-layer* walau mengalami penurunan sebesar 0.2 dB namun masih tetap ≥ 0 dB. Dengan memperhatikan nilai *return loss* yang dipersyaratkan, diperoleh bahwa cakupan frekuensi kerja 2298,8 MHz – 2406,1 MHz telah memenuhi rentang frekuensi Band 40 LTE.

Pada gambar 9, dapat dilihat bahwa pola radiasi dari antenna *dual-layer* yaitu pola *directional*, sehingga memenuhi pola yang diharapkan. Secara keseluruhan hasil yang ditunjukkan oleh rancangan memperlihatkan bahwa penerapan *dual-layer* substrat meningkatkan *bandwidth* dari antenna yang dirancang.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan rancangan antena mikrostrip *circular* dengan *dual-layer* substrat yang bekerja pada frekuensi band 40 LTE. Hasil simulasi menunjukkan antena tersebut memiliki parameter sebagai berikut, *reflection loss* = -23.45 dB dan *gain* = 0.34 dB pada frekuensi tengahnya. Serta antena ini memiliki pola radiasi *directional*. Penggunaan *dual-layer* substrat telah berhasil meningkatkan *bandwidth* sebesar 46 %.

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Penelitian ini didanai dalam kegiatan penelitian dosen jurusan teknik elektro Dana DIPA Universitas Andalas Tahun Anggaran 2017 No. 104/UN.16.09.D/PL/2017

Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia No.27 Tahun 2015 tentang Persyaratan Teknis Alat dan/atau Perangkat Telekomunikasi Berbasis Standar Teknologi Long Term Evolution. Jakarta:Menkominfo, 2015.
- [2] Balanis, Constantine A. . *Antenna Theory Analysis and Design, Third Edition*. Amerika : Wiley-Interscience , 2005.
- [3] Khayat, M., J. T. Williams, D. R. Jakson, and S. A. Long, “*Mutual coupling between reduced surface-wave microstrip antennas*,” IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 48, 1581–1593, 2000
- [4] Gonzalo, R., P. de Maagt, and M. Sorolla, “*Enhanced patch-antenna performance by suppressing surface waves using photonic - bandgap substrates*,” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 47, No. 11, 2131–2138, 1999
- [5] Boutayeb, H. and T. A. Denidni, “*Gain enhancement of a microstrip patch antenna using a cylindrical electromagnetic crystal substrate*,” IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 55, No. 11, 3140–3145, 2007
- [6] Llombart, N., A. Neto, G. Gerini, and P. de Maagt, “*Planar circularly symmetric EBG structures for reducing surface waves in printed antennas*,” IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 53, No. 10, 3210–3218, 2005
- [7] Gauthier, G. P., A. Courtay, and G. H. Rebeiz, “*Microstrip antennas on synthesized low dielectric-constant substrate*,” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 45, 1310–1314, 1997.
- [8] Pai Yen Chen and Andrea Alù, “*Sub-wavelength Elliptical Patch Antenna Loaded With Negative Metamaterials*,” IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 58, Issue. 9, 2010
- [9] Przesmycki, Rafal, dkk. *Wideband Multilayer Microstrip Antenna Optimization of Dielectric Parameters on Antenna Bandwidth*. Microwave & Optoelectronics Conference IMOC, 2011.
- [10] B. J. Kwaha, O. N Inyang & P. Amalu, “*The Circular Microstrip Patch Antenna Design and Implementation*”, International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences (IJRRAS), Vol 8, Issues 1, 2011

Biodata Penulis

Rudy Fernandez, Dosen di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas sejak tahun 1999. Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada tahun 1997 dan pendidikan Magister Teknik pada tahun 2010 di Universitas Indonesia. Bidang penelitian difokuskan pada antena dan komponen microwave.

Febrian Akbar Pratama, Alumni Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas. Menyelesaikan pendidikan Sarjana pada tahun 2017.